

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3155050号
(P3155050)

(45) 発行日 平成13年4月9日(2001.4.9)

(24) 登録日 平成13年2月2日(2001.2.2)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 4 1 J

請求項の数4(全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平4-39267

(22) 出願日 平成4年2月26日(1992.2.26)

(65) 公開番号 特開平5-90142

(43) 公開日 平成5年4月9日(1993.4.9)

審査請求日 平成11年2月15日(1999.2.15)

(31) 優先権主張番号 特願平3-34421

(32) 優先日 平成3年2月28日(1991.2.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1
番1号

(72) 発明者 八田 淳子

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72) 発明者 高橋 靖

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72) 発明者 坂本 樹一

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(74) 代理人 100091340

弁理士 高橋 敬四郎

審査官 星野 浩一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷電粒子ビームを用いた露光方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ステージ上に載置された対象物の露光範囲を複数の帯状の領域であるバンドに分け、バンドを横切る方向に該ステージを連続的に移動しながら第1のバンド、第2のバンド、・・・に順次荷電粒子ビームを照射して所望のパターンを描画する荷電粒子ビームを用いた露光方法において、

(i) 該ステージのステージ移動速度の初期値を定め、現ステージ移動速度とする工程と、

(ii) 1つのバンドに着目し、現ステージ移動速度でステージを移動した場合に、そのバンドの描画開始位置が荷電粒子ビームの可描画範囲に入るかどうかを判別する第1の判別工程と、

(iii) 該第1の判別工程で、そのバンドの描画開始位置が荷電粒子ビームの可描画範囲に達していない場合は、

描画開始位置が可描画範囲に入るように、そのバンドおよびそれ以降のバンドの描画開始時刻を送らせる工程と、

(iv) 現ステージ移動速度でステージを移動した場合に、そのバンドの描画終了位置が荷電粒子ビームの可描画範囲に入るかどうかを判別する第2の判別工程と、

(v) 該第2の判別工程で、そのバンドの描画終了位置が荷電粒子ビームの可描画範囲を通過していた場合は、描画終了位置が可描画範囲に入るように現ステージ移動速度を遅くする工程とを具備し、対象物の全バンドの描画開始位置および描画終了位置が可描画範囲に入るまで上記の工程(ii)～(iv)を繰返して得た現ステージ移動速度を、実際の露光時のステージ移動速度とすることを特徴とする荷電粒子ビームを用いた露光方法。

【請求項2】 前記工程(i)は、前記対象物の第1のバ

ンドの描画開始位置から最終のバンドの描画終了位置までのステージ移動距離と、露光データから各バンドのデータを読み取り、各バンド毎に描画に必要な時間を算出することで得られる全バンドの描画時間を累積した描画時間の総計とから、ステージ移動速度の初期値を求める請求項1に記載の荷電粒子ビームを用いた露光方法。

【請求項3】 前記バンドは、その長手方向がメインデフレクタによる前記荷電粒子ビームの偏向方向にほぼ一致している請求項1または2に記載の荷電粒子ビームを用いた露光方法。

【請求項4】 前記バンドは、その長手方向に直交する方向が前記ステージの移動方向にほぼ一致している請求項1～3のいずれかに記載の荷電粒子ビームを用いた露光方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば電子ビームなどの荷電粒子ビームを用いて半導体装置を製造する際に用いて好適な荷電粒子ビームを用いた露光方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体集積回路（IC）の集積度と機能はますます向上し、ICに対し、計算機・通信・機械など広く産業全般にわたる技術進歩の核技術としての役割が期待されている。

【0003】ICのプロセス技術の大きな柱は、微細加工による高集積化である。光リソグラフィは、限界が $0.3\mu\text{m}$ 程度の所にあるとされているが、電子ビーム露光では $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細加工が $0.05\mu\text{m}$ 以下の位置合わせ精度で可能である。

【0004】したがって、 1cm^2 を1秒程度で露光する電子ビーム露光装置が実現すれば、微細さ・位置合わせ精度・クイックターンアラウンド・信頼性、いずれの点でも他のリソグラフィ手段の追従を許さない。1ギガビットまたは4ギガビットのメモリや、1メガゲートLSIも製造可能になる。

【0005】電子ビームの偏向は、一般に磁界によって大きく偏向させるメインデフレクタと電界によって小さく偏向させるサブデフレクタによって行なわれる。メインデフレクタはインダクタンス成分を有し、動作速度が遅い。また、サブデフレクタでは高電圧が必要となるため、大きな偏向には向いていない。

【0006】メインデフレクタとサブデフレクタとを組合わせて偏向可能な領域が電子ビームによって描画可能な範囲となる。一般に、必要とされる露光面積、たとえばウエハ面は描画可能な範囲よりかなり大きい。したがって、露光対象物をステージ上に載せ、ステージを機械的に移動させる必要がある。この機械的移動は、さらに応答速度が遅い。

【0007】電子ビームなどの荷電粒子ビームを用いた露光方法として、一定のステージ移動速度でステージを

連続的に移動しながら該ステージ上の試料面に所望のパターンを形成する連続移動露光方法が知られている。

【0008】このような露光方法においては、例えば、対象物の露光範囲を複数の帯状の領域であるバンドに分け、バンドを横切る方向にステージを連続的に移動しながら第1のバンド、第2のバンド、・・・に順次荷電粒子ビームを照射して所望のパターンを描画する。

【0009】図9は、対象物の露光範囲（フィールド）をバンドに分けた様子を示す。露光範囲90は、 n 個のバンド $B_1 \sim B_n$ からなる。斜線部は i 番目のバンド（第 i のバンド） B_i を示す。バンドの幅は各バンドで同一とは限らない。

【0010】各バンドは複数のサブフィールドからなる。たとえば、第 i のバンド B_i は、サブフィールド $F_1 \sim F_m$ からなる。サブフィールドとは、小さめの尺度で荷電粒子ビームを偏向させるサブデフレクタ（静電デフレクタ）による偏向領域をいう。サブフィールドは、たとえば $100\mu\text{m}$ 角の大きさである。

【0011】バンドの長手方向は、メインデフレクタ（電磁デフレクタ）による前記荷電粒子ビームの偏向方向にほぼ一致している。メインデフレクタは、大きめの尺度で荷電粒子ビームを偏向させる。矢印Aは対象物を載置したステージの移動方向を示す。ステージをバンドを横切る矢印Aの方向に連続的に移動させながら、順次第1のバンド B_1 から露光する。

【0012】たとえば第1のバンド B_1 の露光は、まずメインデフレクタにより荷電粒子ビームを第1のバンド B_1 の第1のサブフィールド F_1 の中心位置まで偏向させ、その第1のサブフィールド F_1 内でサブデフレクタを用いて小さめの尺度で荷電粒子ビームを偏向させ、第1のサブフィールド F_1 に所望のパターンを描画する。

【0013】次に、メインデフレクタにより荷電粒子ビームを第1のバンド B_1 の第2のサブフィールド F_2 の中心位置まで偏向させ、その第2のサブフィールド F_2 に所望のパターンを描画する。

【0014】これを繰返して、第1のバンド B_1 の描画を行う。さらに、折返して第2のバンド B_2 、折返して第3のバンド B_3 、・・・の露光を繰返していく。このとき、ステージは連続的に移動している。なお、隣り合うバンド同士におけるサブフィールドの露光の順序は逆になっている。

【0015】たとえば、バンド B_1 がサブフィールド F_1 から F_2 、 F_3 、・・・の順に露光されたとすると、バンド B_2 では逆にサブフィールド F_m から F_{m-1} 、・・・の順に露光される。これは、折返し型移動を採用することにより、バンドが変わったときのメインデフレクタによる偏向量の変化を少なくするためである。

【0016】 $b_{p0} \sim b_{pn}$ はバンドの境界位置を示す。たとえば、 b_{p0} （ $=0$ ）は第1のバンド B_1 の描画開始位置、 b_{p1} は第2のバンド B_2 の描画開始位

置、同様に $b_{p2} \sim b_{pn}$ はそれぞれ第3のバンドB3、・・・、第nのバンドBnの描画開始位置を示す。 $b_{t0} \sim b_{tn}$ はバンドの描画開始時間を示す。

【0017】たとえば、 b_{t0} ($=0$) は第1のバンドB1の描画開始時間、 b_{t1} は第2のバンドB2の描画開始時間である。 b_{pn} および b_{tn} は最終のバンドBnの描画終了位置および描画終了時間を示す。 $T1 \sim Tn$ はそれぞれバンドB1～Bnの描画時間を示す。

【0018】メインデフレクタによる荷電粒子ビームの偏向量にも限界がある。偏向幅を小さくして荷電粒子ビームが試料に対して垂直により近く照射されるほうが、収差等の少ない条件で精度良く描画できる。

【0019】このような偏向限界内で精度良く描画できる範囲をメインデフレクタの可描画範囲、または単に可描画範囲と呼ぶ。可描画範囲の値は、たとえばステージ移動方向には1mm取る。ステージの移動速度は、この可描画範囲にその時点で描画すべきバンドが含まれるように調整する必要がある。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】各サブフィールド内の露光パターンには疎密がある。上述したようなステージを連続的に移動させながらベクトルスキャン方式で露光を行う場合には、露光パターンの密度に疎密があると、密な部分は描画時間が長く疎な部分では描画時間が短くなる。

【0021】したがって、露光が終り次第、次のバンドに移動させるとすれば、露光パターンの密度の疎密に応じてバンドごとにステージ移動速度の遅延が生じる。しかし、ステージ移動速度を変化させることは容易でない。

【0022】ステージ移動速度を一定にする場合、従来はこの移動速度を最も露光時間が長いバンド部分を描画できる遅い速度に設定していた。単純には、ステージ移動速度は、最もパターン密度の高いバンドを露光するのに必要な速度で定めることができる。たとえば、各バンド幅が一定 ($=w$) の場合、各バンドの露光時間 T_i のうち最も長いもの (T_m とする) をとり、 $v=w/T_m$ とすればよい。

【0023】しかしこの方法では、1つでもパターン密度の高いバンドがあると、上式で算出される全体の露光時間が極めて長くなる。また、電子ビームの可描画範囲はバンド幅よりも広い。

【0024】そこで、密度の高いバンドは、バンド当り移動時間内に露光できなくても、可描画範囲当りの移動時間内に処理できればよいという方法が考えられる。たとえば、可描画範囲がバンド3つ分の幅である時、 $v=3w/T_m$ とする。

【0025】図10は、この方式による露光開始からの時間とバンドの位置との関係を示す。横軸に時間、縦軸に所定の基準点に対するバンドの位置を示す。ステージ

の定速移動により、可描画範囲Dは対象物(バンド)上を定速移動する。破線 s 、 t は、可描画範囲の先端と後端を示す。

【0026】太めの線分L1は、第1のバンドB1の露光が描画開始時間 b_{t0} 、描画開始位置 b_{p0} で開始され、この線分L1の長さ分の時間だけ露光処理がなされ、その後終了することを示す。

【0027】線分L2は、次の第2のバンドB2の露光が描画開始時間 b_{t1} 、描画開始位置 b_{p1} で開始され、この線分L2の長さ分の時間だけ露光処理がなされ、その後終了することを示す。以下同様である。

【0028】直線 s 、 t に挟まれた領域が荷電粒子ビームの可描画範囲を示す。すなわち、直線 s 、 t の間に線分L1、L2、・・・が入る必要がある。さらに、複数のバンドを同時に露出する事は出来ないで、時間軸上で線分L1、L2、・・・が重ならない様にする必要がある。図の上下方向の距離Dがある時間での可描画範囲に相当する。直線 s 、 t の傾きはステージの移動速度を示す。

【0029】描画時間が最も長いバンドに着目し、そのバンドが可描画範囲に入るようにステージ移動速度(直線 s 、 t の傾き)を設定する。たとえば、図10では第4のバンドB4の描画時間(線分L4の長さ)が最も長いので、このバンドB4が可描画範囲に入るようにステージの移動速度を決める。

【0030】このように可描画範囲を最大限利用することにより、ステージの移動速度を格段に速くすることができる。しかし、1つの可描画範囲に複数のバンドが含まれるため、1つのバンドの影響が後のバンドにも及ぶ。このため、後のバンドにおいて、可描画範囲で描画が終了しない場合がある。

【0031】たとえば、図示の場合、第8のバンドは可描画範囲で描画が終了しない。すなわち、最も長い部分を描画できる速度(この例の場合、第4番目のバンドを描画できる速度)をもってステージ移動を行った時には描画しきれない場合がある。

【0032】本発明は、なるべく高速に、かつ全バンドの描画が可能であるようにステージの移動速度を決定できる荷電粒子ビームを用いた露光方法を提供することを目的とする。

【0033】

【課題を解決するための手段】本発明の荷電粒子ビームを用いた露光方法は、ステージ上に載置された対象物の露光範囲を複数の帯状の領域であるバンドに分け、バンドを横切る方向に該ステージを連続的に移動しながら第1のバンド、第2のバンド、・・・に順次荷電粒子ビームを照射して所望のパターンを描画する荷電粒子ビームを用いた露光方法において、(i) 該ステージのステージ移動速度の初期値を定め、現ステージ移動速度とする工程と、(ii) 1つのバンドに着目し、現ステージ移動速度

でステージを移動した場合に、そのバンドの描画開始位置が荷電粒子ビームの可描画範囲に入るかどうかを判別する第1の判別工程と、(iii) 該第1の判別工程で、そのバンドの描画開始位置が荷電粒子ビームの可描画範囲に達していない場合は、描画開始位置が可描画範囲に入るように、そのバンドおよびそれ以降のバンドの描画開始時刻を送らせる工程と、(iv) 現ステージ移動速度でステージを移動した場合に、そのバンドの描画終了位置が荷電粒子ビームの可描画範囲に入るかどうかを判別する第2の判別工程と、(v) 該第2の判別工程で、そのバンドの描画終了位置が荷電粒子ビームの可描画範囲を通過していた場合は、描画終了位置が可描画範囲に入るように現ステージ移動速度を遅くする工程とを具備し、対象物の全バンドの描画開始位置および描画終了位置が可描画範囲に入るまで上記の工程(ii)～(iv)を繰返して得た現ステージ移動速度を、実際の露光時のステージ移動速度とすることを特徴とするように構成される。

【0034】前記工程(i)は、前記対象物の第1のバンドの描画開始位置から最終のバンドの描画終了位置までのステージ移動距離と露光データから各バンドのデータを読み取り、各バンド毎に描画に必要な時間を算出する事で得られる全バンドの描画時間を累積した描画時間の総計とから、ステージ移動速度の初期値を求めるようにするとよい。

【0035】前記バンドは、また、その長手方向がメインデフレクタによる前記荷電粒子ビームの偏向方向にほぼ一致し、その長手方向に直交する方向が前記ステージの移動方向にほぼ一致していることが好ましい。

【0036】

【作用】各バンドにおいて、描画開始位置が荷電粒子ビームの可描画範囲に入らない場合は、描画開始位置が可描画範囲に入るようにそのバンドの描画開始時間が遅延される。

【0037】描画終了位置が荷電粒子ビームの可描画範囲に入らない場合は、描画終了位置が可描画範囲に入るようにステージ移動速度が遅くされる。これが対象物の全バンドについて繰返されるので、全バンドが可描画範囲に入るようになる。

【0038】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。図1は、本発明の一実施例に係る露光方法を適用した電子ビーム露光装置の構成を示す。図2は、この装置の動作説明用フローチャートである。図3～7は、ステージの移動速度の決定を行う際の各段階における露光開始からの時間とバンドの位置との関係を示す。

【0039】まず図1に示す電子ビーム露光装置の構成について説明する。図1中、1は中央処理装置(CPU)、2は磁気ディスク、3は磁気テープで、これらはバス4を介して互いに接続され、かつ、バス4およびイ

ンターフェース回路5を介してデータメモリ6およびステージ制御回路7に接続されている。

【0040】一方、8は管体で、内部には電子銃9、電子レンズ10、ブランキング電極11、電子レンズ12、スリットデフレクタ用電極13、サブデフレクタ用電極14、電子レンズ15、メインデフレクタ用コイル16、ステージ17および試料(露光すべき対象物)18が配置されている。ステージ17はステージ制御回路7の出力信号に基づいてX方向およびY方向へ移動制御される。

【0041】また、前記データメモリ6から読み出されたデータはパターン発生回路19を介してパターン補正回路20に供給される。パターン補正回路20はブランキング信号をアンプ21を介してブランキング電極11に印加し、またデジタル・アナログコンバータ(DAC)22、24、および26とアンプ23、25および27を介して電極13、14、およびコイル16へ信号を印加する。

【0042】電子銃9より放射された電子ビームは電子レンズ10を通過し、ブランキング電極11により透過または遮断され、さらにスリットデフレクタ用電極13によりたとえ3 μ m平方以下の任意のショットサイズの矩形ビームに成形される。

【0043】その後、この電子ビームは、投影レンズ15およびメインデフレクタ16により1mm以下程度で、かつ2～30 μ s/100 μ m程度の低速で大偏向された後、サブデフレクタ用電極14により100 μ m以下程度で、かつ0.6 μ s/3 μ m程度の高速で小偏向され、試料18の表面に照射される。

【0044】このようにして、データメモリ6から読み出されたデータに基づくパターンが試料18の表面に描画される。試料18の表面には、図10で説明したバンドB1～BnとサブフィールドF1～Fmが設定されている。

【0045】データメモリ6は、メインメモリ、サブメモリおよびバンドメモリを有する。このうちバンドメモリは、各バンドのサブフィールド数、パターン数およびショット数に関するデータを記憶する。各バンドごとのサブフィールド数、パターン数およびショット数は実露光前にあらかじめ該バンドメモリに格納されている。

【0046】次に、図2および図3～7を参照して、この装置におけるステージ移動速度の決定の動作を説明する。まず、ステップS1でCPU1はバンドメモリに記憶された各バンドのサブフィールド数、パターン数およびショット数のデータを読み込む。

【0047】ステップS2でこれらのデータに基づいて各バンドの描画に必要な時間を算出する。たとえば次式(1)に基づいて各バンドごとの描画時間Tiを算出する。

$$T_i = T_M \cdot M_i + T_P \cdot P_i + T_S \cdot S_i \quad \dots (1)$$

ここで、TM：メインデフレクタ整定時間

TP：パターン分割処理時間

TS：ビームショット時間

Mi：サブフィールド数

Pi：パターン数

Si：ショット数

をそれぞれ示す。

【0048】次に、ステップS3で各バンドの描画終了位置と描画終了時間を求める。ここでは1つのバンドの露光が終了すると、その終了時点および終了位置から即時に次のバンドの露光を開始するとして、描画終了位置 $b_{p1} \sim b_{pn}$ と描画終了時間 $b_{t1} \sim b_{tn}$ を求める。したがって、最終のバンドの描画終了位置 b_{pn} は各バンドの描画開始位置から描画終了位置までの距離を累積した値となる。また、描画終了時間 b_{tn} は各バンドの描画時間を累積した値となる。

【0049】ステップS4でステージ移動速度の初期値を求める。実現可能な値以上の速めの値をとる。たとえば、描画を開始する第1のバンドの位置 b_{p0} から最終のバンドの描画終了位置 b_{pn-1} までの距離 ($b_{p0} = 0$ であるから、この値は n バンド目までの距離に等しい) を最終バンドまでの描画時間の累積 b_{tn} で割ることにより、ステージ移動速度の初期値 V_0 を求める。

【0050】これを現ステージ移動速度 V とする。1番目のバンド露光開始時間を $b_t(0)$ とすると、 $V = (b_{pn-1} + D) / (b_t(n) - b_t(0))$ で求められる。

【0051】以下、各バンドが可描画範囲に入るように現ステージ移動速度 V は低速側に更新されていく。各バンドの描画開始位置や描画終了位置あるいはステージ移動速度の調整はこの現ステージ移動速度を基準にして行う。すなわち、今後の処理の過程においてステージ移動速度を調整(変更)した場合は、それ以降の処理は調整後の値に従う。

【0052】図3は、ステップS4までの処理が終了した段階における露光開始からの時間とバンドの位置との関係を示す。図10と同様、 L_1, L_2, \dots は第1のバンド、第2のバンド、 \dots にそれぞれ対応し、その長さは各バンドの描画時間を表す。

【0053】白丸は描画開始位置(あるいは時間)、黒丸は描画終了位置(あるいは時間)を示す。 b_{p0}, b_{p1}, \dots は各バンドの描画開始位置を示し、 b_{t0}, b_{t1}, \dots はバンドの描画開始時間を示す。

【0054】これらの値はステップS3でバンドメモリに記憶された各バンドのデータに基づいて求められている。直線 s は描画開始位置の限界を、直線 t は描画終了位置の限界を、それぞれ示す。

【0055】直線 s, t の傾きはステージ移動速度 V を示し、その初期値は上述したように平均移動速度 $V_0 = (b_{pn-1} + D) / b_{tn}$

である。 D は可描画範囲に相当する。

【0056】次に、現ステージ移動速度 V から最終的なステージの最適移動速度を求めるには、 $i = 1 \sim n$ とし以下処理をバンド数分繰返す。図2を参照して、ステップS5で現在着目している第 i バンドの描画開始位置 b_{pi-1} がメインデフレクタ可描画範囲に入っているかどうかを判別する。

【0057】ステージ移動方向に向かって第 i バンドの描画開始位置 b_{pi-1} が、このバンドの描画開始時間 b_{ti-1} においてステージの移動速度 V に従う位置より大きい場合、すなわち描画開始位置 b_{pi-1} が可描画範囲を超えて $b_{pi-1} > b_{ti-1} * V$ となる場合は、ステージの位置がメインデフレクタの可描画範囲に達しておらず描画することができないので、ステップS6に分岐する。

【0058】ステップS6で、ステージの移動によって該当バンドの描画開始位置がメインデフレクタの可描画範囲に達するまで当該バンドの描画開始を待たせるように描画開始時間を変更する。すなわち、バンドの描画開始時間 b_{ti-1} を $b_{pi-1} = b_{ti-1} * V$ を満たすような時間に変更する。描画開始を遅らせた分だけ描画終了時間 b_{ti} も遅れるので、ステップS7でこの遅れ分を描画終了時間 b_{ti} に加えて b_{ti} も変更しておく。

【0059】さらに、複数のバンドを同時に露光する条件では、正確なステージ速度が求まらないので、 b_{ti} 番目以降の各バンドの描画開始時間及び描画終了時間についてもこの遅れ分を加えて変更しておく。ステップS7の後、ステップS8に進む。

【0060】ステップS5でバンドの描画開始位置 b_{pi-1} が、このバンドの描画開始時間 b_{ti-1} においてステージの移動速度 V に従う位置より小さいもしくは同じ場合、すなわち $b_{pi-1} \leq b_{ti-1} * V$ となる場合は、ステージの位置がメインデフレクタの可描画範囲に達して描画開始が可能であるので、ステップS8に進む。

【0061】図4は、ステップS6に分岐した段階における露光開始からの時間とバンドの位置との関係を示す。この図では第2のバンドの描画開始位置 b_{p1} が $b_{p1} > b_{t1} * V$ であるので、線分 L_2 が矢印で示すように紙面の右方向に Δb_t 移動され、描画開始位置 b_{p1} が可描画範囲に入るようにされ、 $L_2 \sim L_5$ までの位置が Δb_t 移動される。

【0062】図5はステップS6およびS7の処理を行った後の時間とバンド位置との関係を示す。第2のバンドの描画開始位置 b_{p1} が時間軸上で遅らされて、可描画範囲 D に入っている。

【0063】再び図2を参照して、ステップS8で現在着目している第 i バンドの描画終了位置 b_{pi} がメインデフレクタ可描画範囲に入っているかどうかを判別する。これは描画終了時間 b_{ti} をチェックすることと同

等である。

【0064】第*i*のバンドの描画終了時の実際のバンド位置 $b_{ti} * V$ が当該バンドの可描画範囲 $b_{pi} + D$ を超えて $b_{pi} + D < b_{ti} * V$ となる場合は、ステージの位置がメインデフレクタの可描画範囲を通り過ぎており描画することができないので、ステップS9に分岐する。

【0065】ステップS9では、ステージの位置がメインデフレクタの可描画範囲を超えないように現ステージ移動速度 V を変更する。言い換えれば、ステージの速度を遅くして、当該バンドの描画が可描画範囲内で終了するように現ステージ移動速度 V を調整し、ステップS10で現ステージ移動速度 V を書換える。ステップS10の後、次のステップに進む。

【0066】ステップS8で第*i*バンドの描画終了時の実際のバンド位置 $b_{ti} * V$ が当該バンドの描画範囲 $b_{pi} + D$ を超えることなく $b_{pi} + D \geq b_{ti} * V$ となる場合は、ステージの位置がメインデフレクタの可描画範囲内であり描画することができるので、次のステップに進む。

【0067】図6および図7は、上記のステップS9、S10の処理における時間とバンド位置の関係の一例を示す。図6において、第2バンドの描画終了位置Bが可描画範囲D（直線sとtとの間）に入っていない。そこで、直線tの傾きすなわちステージ移動速度 V を変更して直線taとし、その直線taが点Bを通るようにする。

【0068】可描画範囲Dと第2のバンドを描画するのに必要な時間L2の長さ（T2）は固定である。それ以前のステップで第2のバンドの描画開始位置 b_{p1} と描画開始時間 b_{t1} は定められており、 $b_{t2} = b_{t1} + T2$ から b_{t2} も定められる。

【0069】したがって、直線taの傾きすなわちステージ移動速度 V は

$$V = (b_{p1} + D) / b_{t2} \quad \dots (2)$$

で算出できる。

【0070】これを一般化してステップS9で、第*i*バンドの描画終了位置が可描画範囲に入らない場合は、ステージの移動速度を下式を満たすように調整する。

$$V = (b_{pi-1} + D) / b_{ti} \quad \dots (3)$$

直線tの傾き V を変更して直線taとしたので、ステップS10では同様に直線sの傾きも同じ V に変更する。図7において、直線saは図6の直線sの傾きを上述の式(2)の V に変更した直線を示す。このように、可描画範囲の限界を示す直線が直線sa、taとなる。

【0071】以上のステップS5～S10の処理は第1バンドから最終バンド（第*n*のバンド）まで繰返される。図7においては、第3のバンドL3の描画開始時間及び終了時間は共に可描画範囲に入っているが、次の第4のバンドの描画開始時間 b_{t3} は可描画範囲に入っ

ていないために、新たな値に変更され、第4のバンドの描画開始位置及び第5のバンドの描画開始位置が矢印Cのように可描画範囲に入るように変更されている。

【0072】なお、第1バンドの描画開始位置 b_{p0} は、時間0のときバンド位置0となる。したがって、第1バンドでは前述のステップS5～S7は省略できる。よって、実際の処理は、第1バンドの描画終了位置のチェックから始めて、最終バンド（第*n*のバンド）の描画終点チェックで終わる。

【0073】上記のステップS5～S10の処理を最終バンドまで繰返すと、描画開始時間にステージが可描画範囲に達しないバンドが生じる場合がある。たとえば図7の第2のバンド（線分L2）の描画開始位置は可描画範囲から外れている。

【0074】この場合は、全バンドの調整終了後、ステップS11からステップS5に戻り、上記の処理をさらに繰返す。これは、調整が必要なくなるまで、すなわち全バンドの描画開始位置および描画終了位置が共に可描画範囲に入るまで続ける。

【0075】図8は、全バンドが直線sb、tbに挟まれた可描画範囲に入った状態を示す。ステップS11で調整が終了したときの現ステージ移動速度 V が、ステージ移動速度の最適値である。この値でステージ連続移動を行えば、各バンドを描画し得る最高速度で露光することができる。

【0076】そして、本処理で求めた最高速度は、その範囲の先頭バンドは可描画範囲の先端から露光を開始し、その範囲の最終バンドは可描画範囲の終端で露光が終了し、その間のバンドは可描画範囲の先端及び終端のいずれにも接せずに連続して露光が行える範囲で決定されていることが分かる。

【0077】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。たとえば、当初設定するステージ移動速度の初期値は、他の値であってもよい。たとえば、最もパターン密度の高いバンドの露光時間で可描画範囲Dを除算したものであってもよい。その他、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【0078】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、全バンドの描画が可能であるようにステージの移動速度を決定できる。また、このステージ移動速度は全バンドを描画できる最高速度となるので、荷電粒子ビームを用いた露光における生産性および信頼性の向上に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る露光方法を適用できる電子ビーム露光装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施例に係る露光方法の動作説明用フローチャートである。

【図3】ステージの移動速度の決定を行う際の各段階における露光開始からの時間経過に対するバンドの位置と可描画範囲との関係を示すグラフである。

【図4】ステージの移動速度の決定を行う際の各段階における露光開始からの時間経過に対するバンドの位置と可描画範囲との関係を示すグラフである。

【図5】ステージの移動速度の決定を行う際の各段階における露光開始からの時間経過に対するバンドの位置と可描画範囲との関係を示すグラフである。

【図6】ステージの移動速度の決定を行う際の各段階における露光開始からの時間経過に対するバンドの位置と可描画範囲との関係を示すグラフである。

【図7】ステージの移動速度の決定を行う際の各段階における露光開始からの時間経過に対するバンドの位置と可描画範囲との関係を示すグラフである。

【図8】全バンドが可描画範囲に入ったときの時間経過に対するバンドの位置と可描画範囲との関係を示すグラフである。

【図9】露光対象物の露光範囲をバンドに分けた様子を示す概念図である。

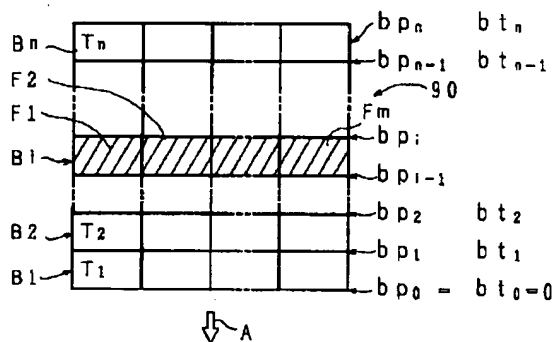
【図10】露光開始からの時間経過に対するバンドの位置と可描画範囲との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

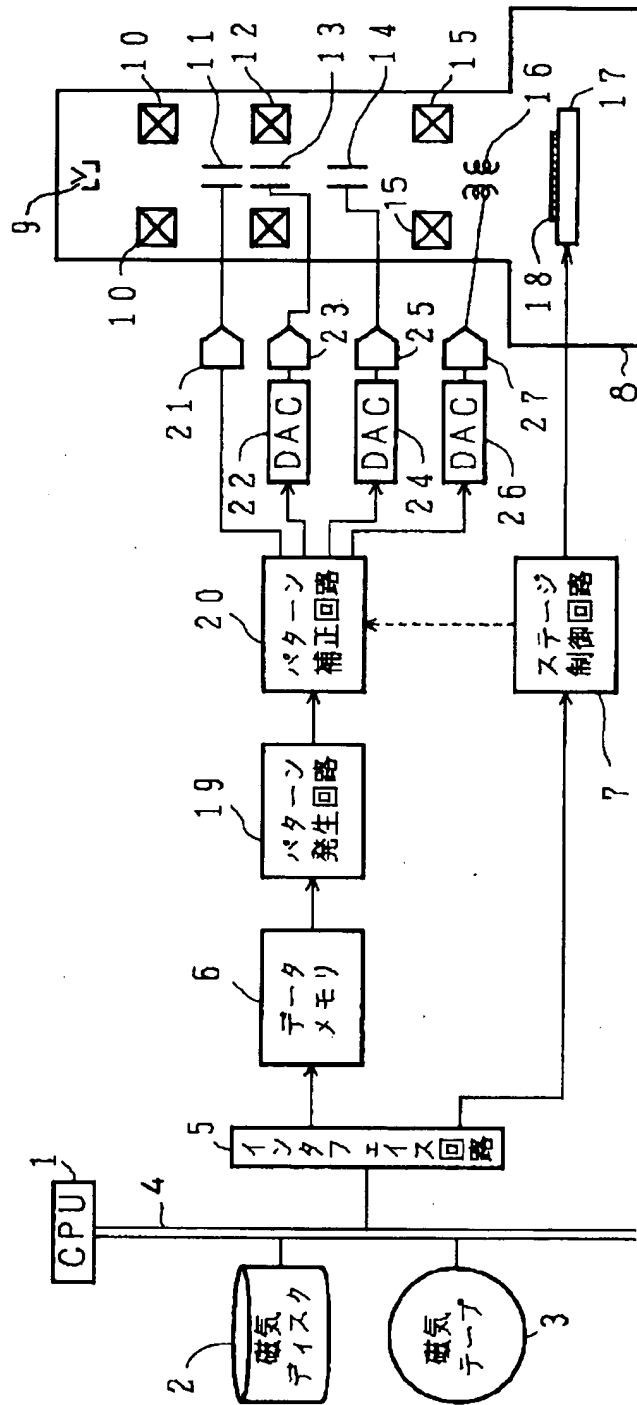
- 1 中央処理装置 (CPU)
- 2 磁気ディスク
- 3 磁気テープ
- 4 バス
- 5 インターフェース回路
- 6 データメモリ
- 7 ステージ制御回路
- 8 筐体
- 9 電子銃
- 10 電子レンズ
- 11 ブランキング電極
- 12 電子レンズ
- 13 スリットデフレクタ用電極
- 14 サブデフレクタ用電極
- 15 電子レンズ
- 16 メインデフレクタ用コイル
- 17 ステージ
- 18 試料 (露光対象物)
- 19 パターン発生回路
- 20 パターン補正回路
- 21, 23, 25, 27 アンプ
- 22, 24, 26 DAコンバータ

【図9】

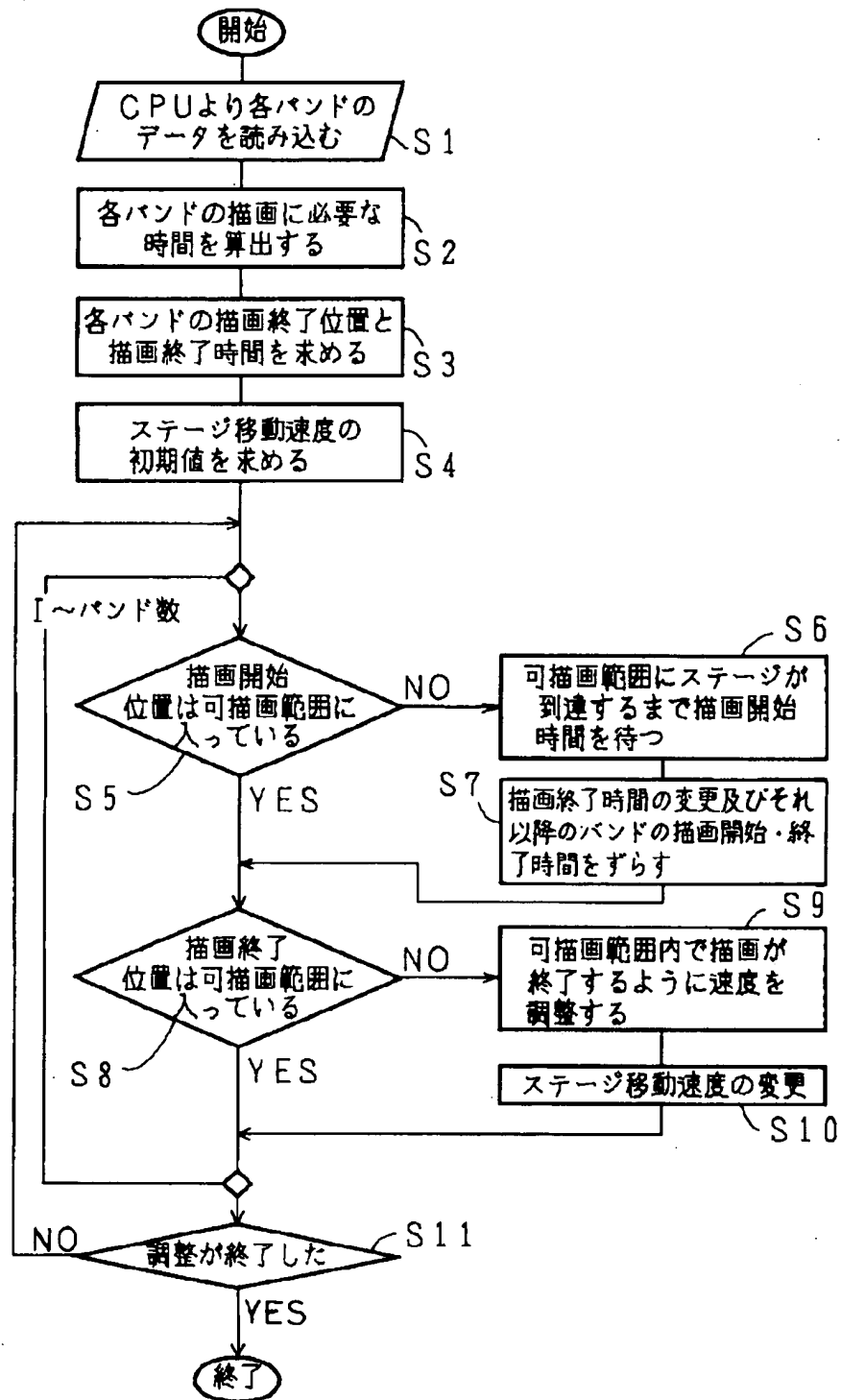
バンドとサブフィールド



【図1】

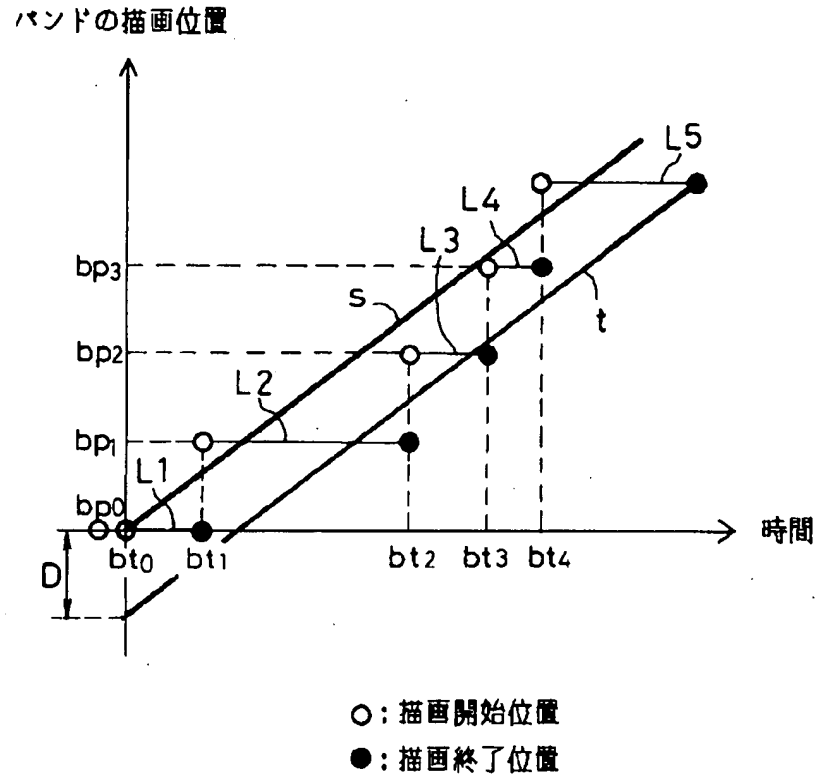


【図2】



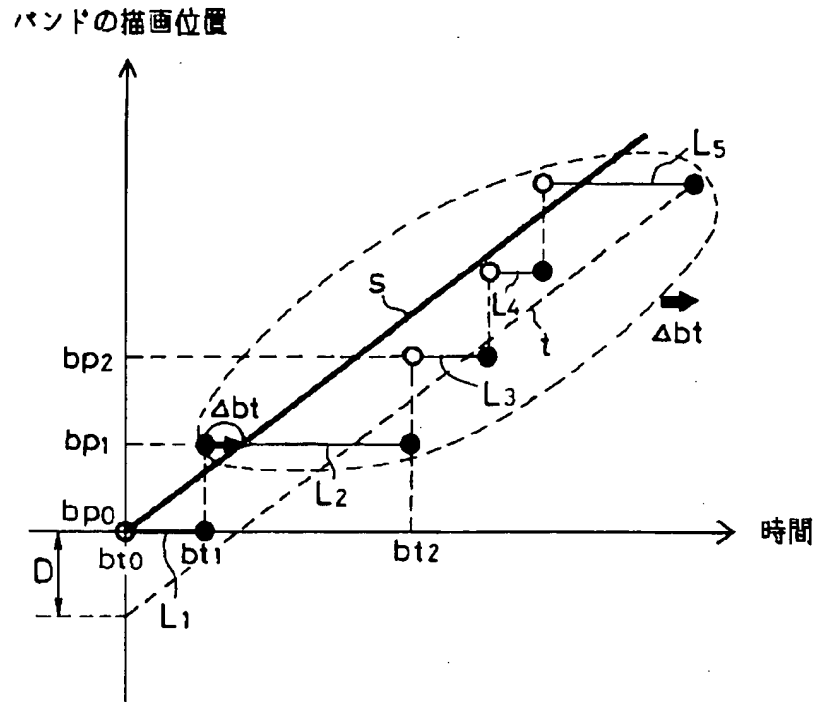
【図3】

バンドの描画位置と可描画範囲の関係 (1)



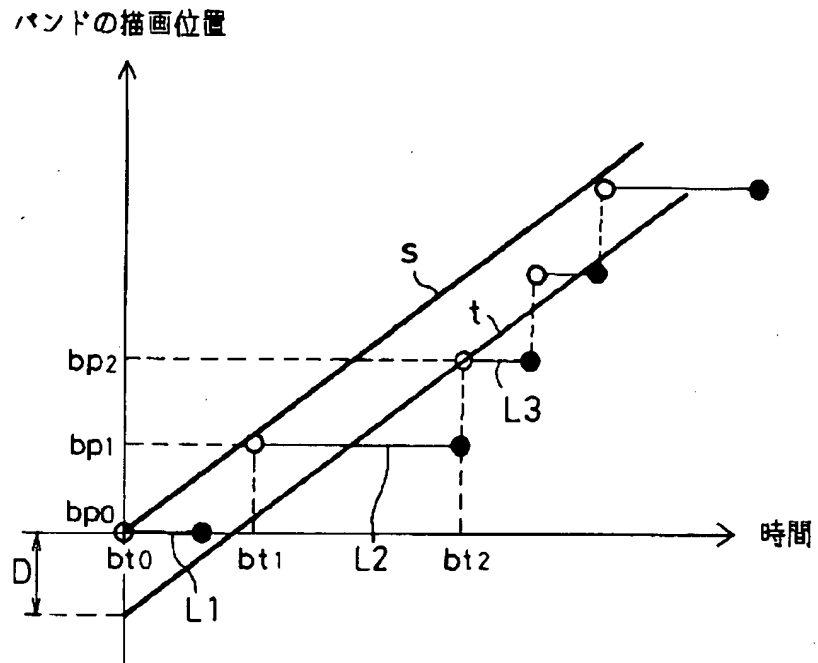
【図4】

バンドの描画位置と可描画範囲の関係（2）



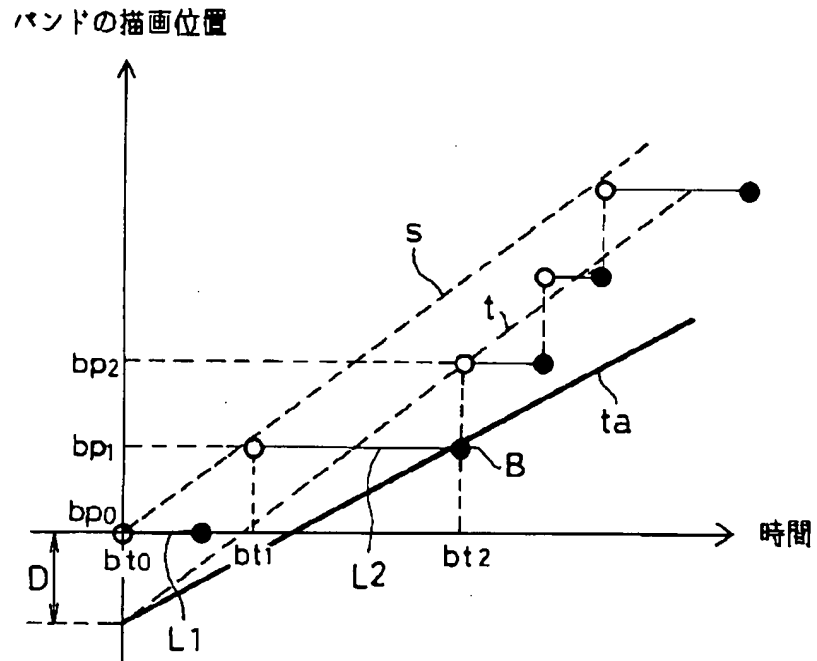
【図5】

バンドの描画位置と可描画範囲の関係 (3)



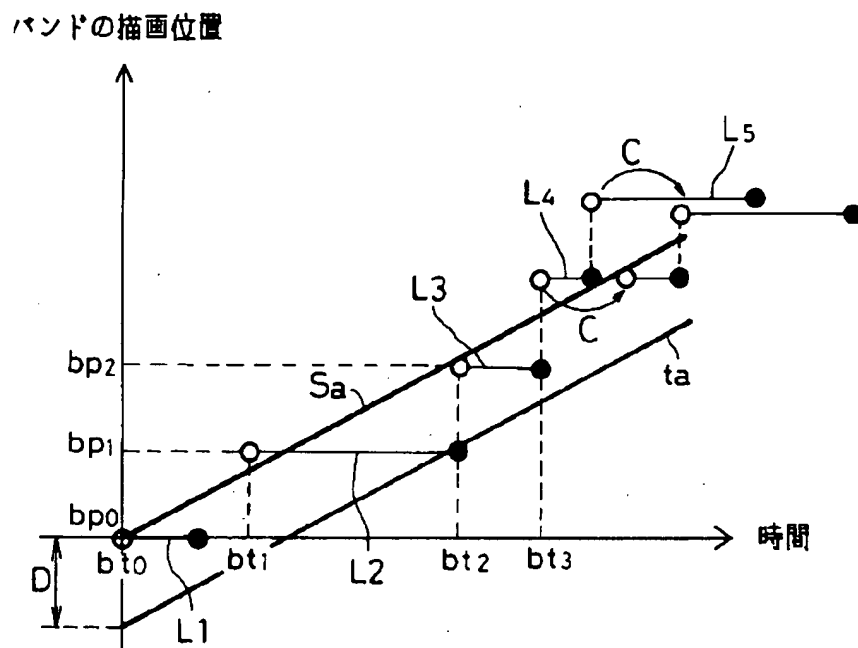
【図6】

バンドの描画位置と可描画範囲の関係（４）



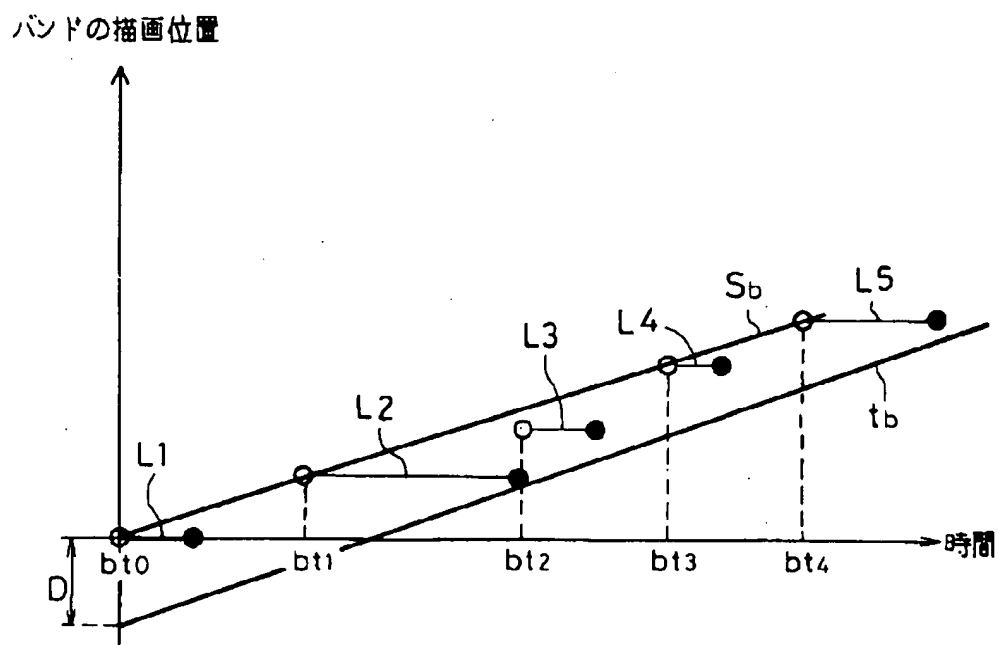
【図7】

バンドの描画位置と可描画範囲の関係 (5)



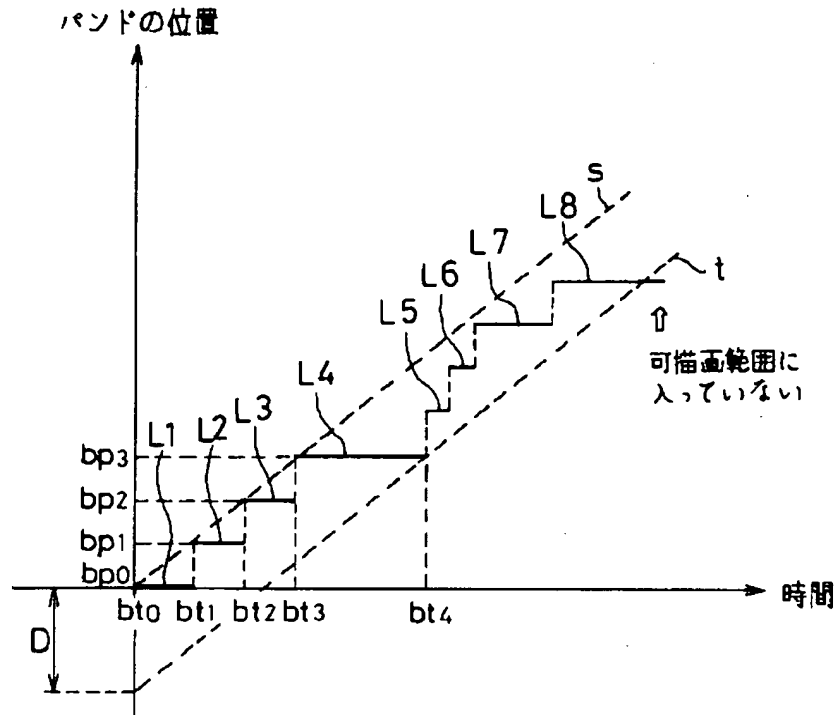
【図8】

バンドの描画位置と可描画範囲の関係 (6)



【図10】

参考例



フロントページの続き

(72)発明者 大饗 義久
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(56)参考文献 特開 昭59-44825 (J P, A)

(58)調査した分野(Int. Cl. ⁷, D B名)
H01L 21/027